

PAT-NO: JP361080762A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61080762 A
TITLE: LOAD CONTROL OF FUEL CELL POWER
GENERATION SYSTEM
PUBN-DATE: April 24, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MITANI, HISASHI
SUEFUJI, TOSHIICHI
TAGUMA, YOSHIYUKI
HIBINO, MANABU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SHIMADZU CORP
MITSUBISHI ELECTRIC CORP

COUNTRY

N/A
N/A

APPL-NO: JP59202686

APPL-DATE: September 26, 1984

INT-CL (IPC): H01M008/04, H01M008/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable immediate and accurate response to load variation, by controlling constant the compressor discharge pressure in a feedback control, as well as controlling burning of the auxiliary furnace and opening of nozzle of the turbine in a feedforward control depending on a program.

CONSTITUTION: In an ordinary operation, the discharge pressure of the compressor 3b is controlled constant by burning control of the auxiliary furnace 27 so as to control to minimize energy loss as far as the turbine power is not lost. On the other hand, when the system load is changed, the burning

control of the auxiliary furnace 27 and opening control of nozzle 3c of the turbine 3a are feedforward-controlled depending on a preset program. In this case, a constant discharge pressure of the compressor is feedback-controlled concurrently, and a temporary increase of the compressor discharge in a transition stage is discharged to the air.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-80762

⑬ Int.Cl.⁴

H 01 M 8/04
8/06

識別記号

庁内整理番号

Z-7623-5H
R-7623-5H

⑭ 公開 昭和61年(1986)4月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 燃料電池発電システムの負荷制御方式

⑯ 特 願 昭59-202686

⑰ 出 願 昭59(1984)9月26日

⑱ 発 明 者 三 谷 寿 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 発 明 者 末 藤 敏 一 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑳ 発 明 者 田 熊 良 行 神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社神戸製作所内

㉑ 発 明 者 日 比 野 学 神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社制御製作所内

㉒ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都市中京区河原町通二条下ルノ船入町378番地

㉓ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉔ 代 理 人 弁理士 赤澤 一博

明 細 書

1 発明の名称

燃料電池発電システムの負荷制御方式

2 特許請求の範囲

燃料電池と、炭化水素系燃料を改質して前記燃料電池に水素ガスを供給するための改質器と、この改質器の排ガス、または、前記燃料電池の空気極出口の余剰空気および改質器の排ガスの両方により駆動される可変ノズル式のタービンを用いてコンプレッサを作動させ該コンプレッサから前記燃料電池および改質器に必要な圧縮空気を供給するターボ圧縮機と、このターボ圧縮機のタービンへ至る排ガス配管途上に配置されタービンの不足動力を補う助燃炉と、前記ターボ圧縮機のコンプレッサ吐出配管から分岐させた大気開放配管上に設けられ該配管を通して大気に放出される風量を調節する大気開放弁とを具備してなる燃料電池発電システムにおいて、システムの定常運転時は前記大気開放弁を全開または微開にした状態で助燃炉の燃焼量制御をコンプレッサ吐出圧力一定の

フィードバック制御で行い、また、システム負荷変動時には助燃炉の燃焼制御とタービンのノズル開度制御とをプログラムに基づくフィードフォワード制御で行なうとともに前記大気開放弁によりコンプレッサ吐出圧一定のフィードバック制御を行わせることを特徴とする燃料電池発電システムの負荷制御方式。

3 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、ターボ圧縮機を備えた燃料電池発電システムの負荷制御方式に関するものである。

[従来の技術]

燃料電池発電システムは、石油、石炭などを燃料とする汽力発電システムに比べて高い熱効率を得ることが可能であるうえに、環境保全性が高く、立地上の融通性を有している。そのため、近時、宇宙開発などの特殊用途の電源だけでなく、商用電力用電源としての用途が種々検討されており、その実用化を目指して開発が活発化している。

燃料電池発電システムは、空気極と水素極との間に電解質層を介設してなる燃料電池と、天然ガス等の炭化水素系燃料を改質して前記水素極に燃料となる水素ガスを供給する改質器と、前記空気極および前記改質器に空気を供給する空気供給手段とを備えている。そして、前記燃料電池の性能は、各反応ガスの圧力の増大に伴って向上する傾向を示す。このため前記各反応ガスの動作圧力は、例えば $4 \sim 6 \text{ Kg/cm}^2\text{g}$ 程度の値に設定される。このとき、空気の圧縮には多大の動力を必要とし、その値は電池の発生エネルギーの約20%にも達する。一方、電池の燃料ガスを生成するための改質反応は約800℃の高温で行なわれ、前記改質器からは高い温度の排ガスが排出される。したがって、空気を圧縮するための動力をシステムの排ガスエネルギーに求めることができれば、システムの効率向上に大きな効果がある。

このような事情から近時の燃料電池発電システムでは、前記空気供給手段としてターボ圧縮機を使用する例が一般化している。すなわち、ターボ

圧縮機は、燃料電池の空気極出口の余剰空気および改質器の排ガスにより駆動されるタービンと、このタービンに直結され該タービンに付勢されて前記燃料電池および前記改質器に必要な圧縮空気を供給するコンプレッサとを具備してなるもので、前記排ガス等が有しているエネルギーをタービンで回収して空気を圧縮する仕事に利用しシステム効率の向上を図るものである。

ところで、このような燃料電池発電システムにおいては、いわゆる発電システムとして幅の広い且つ迅速な負荷応答制御が要求される。しかして、燃料電池および改質器に供給される空気の量は例えば25～100%の範囲で変動制御を要求される。一方、燃料電池へ供給する空気の圧力は燃料電池の特性維持の点から、および燃料側の圧力との差圧を抑え両極間のガスのリークすなわちクロスオーバー現象を防ぐため、負荷変動時においても一定値に保つ制御が要求される。

この具体的な方法として、特開昭58-12268号公報に提案されている従来の例を、第1図

に示す。図において、1は燃料電池であり、1a、1b、1cはそれぞれ燃料電池1の空気極、燃料極および電解質部分を示す。2は炭化水素燃料を水素リッチガスに変換するための改質器であり、2a、2bは前記改質器2のバーナ部と反応部を示す。3はターボ圧縮機であり、3a、3bはこのターボ圧縮機3のタービン部分およびコンプレッサ部分を示す。4、5、6はコンプレッサ吐出圧を制御する機構であり、4は圧力を調節するための大気開放弁、5は圧力発信器、6は圧力コントローラを示す。7、8、9は燃料電池へ供給する空気の量を調節する流量調節機構であり、7は流量調節弁、8は流量発信器、9は流量コントローラである。10はコンプレッサ3bからの空気を燃料電池1へ導く空気供給配管（コンプレッサ吐出配管）、11は燃料電池空気極1aからの排空気をタービン3aに導く余剰空気配管、12は改質器バーナ部2aからの燃焼排ガス配管、13は前記余剰空気配管11と前記燃焼排ガス配管12が合流した後タービン3aに導入され

るまでの間のシステム排ガス配管、14は大気開放配管である。また、15、16、17は燃料電池1の反応空気圧力を制御する機構であり、15は圧力調整弁、16はコンプレッサ吐出圧と反応空気圧力との差圧を検出する差圧発信器、17は圧力コントローラを示す。18、19、20は燃料電池1の反応燃料ガス圧力を制御する機構であり、18は圧力調整弁、19は反応空気圧力と反応燃料ガス圧力との差圧を検出する差圧発信器、20は圧力コントローラである。21は改質反応部2bへの燃料供給配管、22は燃料電池燃料極1bへの改質ガス供給配管、23は燃料電池1からの余剰燃料を改質器バーナ部2aへ供給する余剰燃料供給配管である。24、25、26は改質器反応部2bへの燃料の量を調節する機構であり、24は流量調節弁、25は流量発信器、26は流量コントローラを示す。なお、この特開昭58-12268号の従来例では省略されているが、空気供給配管10より分岐して改質器バーナ部2aへ燃焼用として供給されるバーナ空気供給

配管が第1図に追加される。

このような従来例で述べられている負荷変動時の動作について説明する。燃料電池1の負荷を減少させる過程においてコンプレッサ3bの供給空気量の減少に伴ないコンプレッサ吐出圧も減少するが、次の方法により反応空気圧力または反応空気圧力と反応燃料ガス圧力との差圧の維持を図っている。まず、定格負荷よりある負荷領域までの範囲は、大気開放弁4の絞り調節によってコンプレッサ吐出圧力を一定に保ち反応空気圧力を維持する。大気開放弁4の調節代がなくなる負荷領域以下の範囲では、コンプレッサ吐出圧の低下に反応空気圧力を連動させるように、すなわち圧力調節弁15によりコンプレッサ吐出圧に対する反応空気圧力の差圧を維持するように、また、圧力調節弁18により反応燃料ガス圧力と反応空気圧力との差圧を一定に保つように制御調節する。これにより、燃料電池に安定して空気を供給でき、さらに反応空気と反応燃料ガスとの差圧を維持しクロスオーバー現象が生じるのを防止することができ

に漏洩して燃料電池の特性を劣化させるという問題がある。

また、第1図に示す従来技術のものは、一定範囲の負荷領域においては、大気開放弁から高压空気を常時棄てることによってコンプレッサ吐出圧を一定値に維持せざるを得ないため、エネルギーが無駄に消費される傾向があり、負荷の変動幅が大きい場合には効率の高い運転が難しという問題もある。

また、このものは、定格負荷付近で大気開放調節により定風圧制御を行っており、コンプレッサ必要動力に対しタービン動力が余る場合を想定しているが、実際のシステムにおいてはタービン動力はコンプレッサ必要動力に対し同等かむしろ不足する場合があるので、大気開放弁の調整代のみを利用した制御は困難になることが予想される。タービン動力不足は特に部分負荷において顕著である。

本発明は、このような問題を一挙に解消することを目的としてなされたものであり、あらゆる運

る。すなわち、このシステムは、基本的には大気開放弁4の調節によって定風圧を維持するが大気開放弁4の調節代がなくなればコンプレッサ吐出圧力が低下するのに連動して燃料電池の反応ガスの圧力を下げようとするものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが、このような従来構成のものは、次の理由で必ずしも電池の特性が維持されないという欠点を有する。すなわち、燃料電池は、通常、その電池本体に取り付けられる各反応ガスのマニホールドのシール耐圧の問題から、窒素ガスで加圧された筐体の中に設置され、窒素ガス圧力が反応ガス圧力にほぼ等しくなるように維持されるが、筐体内の窒素ガスのパツファ容積が大きいいため、反応ガス圧力の変化速度に追従させて筐体窒素ガス圧力を変化させるのは困難である。つまり、負荷変動時に電池の反応ガス圧力を変化させれば、筐体窒素ガス圧力との間に大きな圧力差を生じ、マニホールドシールが破れて反応ガス中に窒素ガスが漏れ込んだり、逆に反応ガスが筐体中

転域においてタービンの動力不足を招くことがない上に、エネルギーの無駄使いを最小限に抑えることができ、しかも、前述した電池の特性劣化の心配がなく幅広い負荷変動に対して迅速かつ的確に対応することができる燃料電池発電システムの負荷制御方式を提供しようとするものである。

〔問題を解決するための手段〕

本発明は、以上のような目的を達成するために、前述したような大気開放弁を備えた燃料電池発電システムにおいて、ターボ圧縮機のタービンへ至る排ガス配管途上にタービンの不足動力を補う助燃炉を配置する（助燃炉を導入するという考え方のみについては、例えば、特公昭58-56231号公報に示されているとおり公知である）とともに、前記ターボ圧縮機のタービンを可変ノズル式のものにし、さらに、システムの定常運転時は前記大気開放弁を全閉または微開にした状態で助燃炉の燃焼量制御をコンプレッサ吐出圧力一定のフィードバック制御で行い、また、システム負荷変動時には助燃炉の燃焼制御とタービンのノ

ズル開度制御とをプログラムに基くフィードフォワード制御で行なうとともに前記大気開放弁によりコンプレッサ吐出圧一定のフィードバック制御を行わせるようにしたことを特徴とする。

〔作用〕

このような構成によれば、定常運転時には、大気開放弁は、全閉または微開の状態に維持され、助燃炉の燃焼制御によって、コンプレッサ吐出圧力が一定になるように制御され、タービン動力が不足しない範囲でエネルギー損失が最小限に抑えられる。一方、システムの負荷が変動する場合には、予め設定したプログラムに基いて助燃炉の燃焼制御とタービンのノズル開度制御とがフィードフォワード制御により行われる。そして、その場合には、並行して、大気開放弁によりコンプレッサ吐出圧一定のフィードバック制御が行われ、過渡期における一時的なコンプレッサ吐出空気量の増加分は、大気に放出される。しかして、このような制御の結果、コンプレッサの吐出圧が常時一定の値に維持されることになり、反応ガス圧力及

び反応ガス圧力と筐体窒素ガス圧力との差圧を常に一定に保つことができる。

なお、タービンの動力は、入口圧力一定の場合、(入口絶対温度 T)¹とノズル面積 S に比例するので、負荷変動時に助燃炉の燃焼量制御だけでなく、ノズル面積をも制御するようにすれば、タービンの入口温度(排ガス温度)を比較的抑制した状態でタービンパワーを所望の値にまでアップできる。そのため、後に詳述するように、負荷変動時の燃料消費量をも節約できるだけでなく、負荷を変動させるのに要する時間を短縮することができる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第2図および第3図を参照して説明する。

なお、第1図に示すものと同一または相当する部分には同一の記号を付して説明を省略する。また、第2図に示す負荷39は、第1図に示す燃料電池1、改質器2および関連機器をまとめて示したものである。

第2図において、27はターボ圧縮機3のタービン動力の不足を補うためにシステム排ガス配管13途上に設置した助燃炉、28はこの助燃炉27に対する燃料供給配管、29はこの燃料供給配管28に設置された燃料流量制御弁、30は燃料供給配管28を流れる燃料流量を検出して前記燃料流量制御弁29を調節するための助燃炉燃料流量コントローラである。ターボ圧縮機3は、第1図に示すものとは異なり、タービン3aに可変ノズル3cを備えたいわゆる可変ノズル式のものである。可変ノズル3cは、例えば、特願昭58-103160号に示されるように、電気信号により作動するステッピングモータ等のアクチュエータにより弁体等を駆動し、その弁体等の動きによりノズルの開口面積を変化させ得るように構成したものである。助燃炉27は、前記燃料供給配管28から逐次供給される燃料を燃焼させて前記システム排ガス配管13を流通する排ガスに熱エネルギーを付与するようにしたものである。また、31はターボ圧縮機3のコンプレッサ3bから吐出

される空気を案内するコンプレッサ吐出配管10から分岐させて助燃炉27に接続した空気配管、32はこの空気配管31に設置された助燃炉燃焼用空気流量制御弁、33は空気配管31を流れる空気流量を検出して空気流量制御弁32を調節するための助燃炉燃焼用空気流量コントローラ、34はターボ圧縮機3のコンプレッサ3bの出口に設置された圧力検出器5によって検出されたコンプレッサ吐出圧力に応じて助燃炉燃料流量コントローラ30および助燃炉燃焼用空気流量コントローラ33に対する制御信号を与えるための圧力コントローラ、35は圧力コントローラ6から大気開放弁4に与えられる操作信号をターボ圧縮機3の定常運転時、過渡運転時に応じて調整するための演算器である。また、36は前記システム排ガス配管13内の排ガス圧力を検出する圧力検出器、37は圧力コントローラ、38は異常時にのみ前記可変ノズル3cを前記圧力コントローラ37の制御支配下におく演算器である。すなわち、この演算器38は、前記圧力検出器36により検

出される排ガスの圧力が正常な範囲の値を示している場合には、後述するようなプログラムに基づく負荷指令信号を前記可変ノズル3cに伝え、この負荷指令信号によりノズル開度制御を行わせる。一方前記排ガスの圧力が正常な範囲から外れて例えば低下したような場合には、前記負荷指令信号を一旦遮断し、前記圧力コントローラ37の働きによりその排ガス圧力が正常な範囲に戻るようにならざる開度制御を行わせるようになっている。

次いで、このシステムの動作について説明する。

システムの定常運転時、すなわち、ターボ圧縮機3の定常運転時には、演算器35の働きによって大気開放弁4は全開あるいは一定の微小な開度に保持され、圧力コントローラ6は実際上機能しない。大気開放弁4を全開あるいは微小な一定開度にするのは定常運転時のエネルギー損失を最小とするためである。このとき、システムは、定常運転であるから、本来システム内の全てのプロセス量が一定値に維持されるはずであるが、運転中の

外気温、湿度の変化によるコンプレッサ吸込み条件の変化、システム放熱量の変化等により実際には温度、圧力等のプロセス量が徐々に変化する。このような変化に対しても前に記述したとおり、コンプレッサ3bの吐出圧力を常に一定に保つことが重要である。このときコンプレッサ3bの吐出圧力の制御は、圧力コントローラ34によって圧力検出器5から検出される圧力が目標の一定値になるよう助燃炉27の燃焼量を流量コントローラ30、33を通じて制御することにより行う。すなわち、システム定常運転時には、助燃炉燃焼量の調整により、コンプレッサ吐出圧力一定のフィードバック制御を行う。

次に、負荷変動時の動作を述べる。まず、負荷指令の直前に演算器35内の制御回路を操作することにより、大気開放弁4を圧力コントローラ6の制御支配下におく。次に、負荷指令として、助燃炉燃料流量および燃焼用空気流量の設定値を直接流量コントローラ30、33に対して与えてタービン動力を増加させる。この結果、コンプ

レッサ3bの吐出圧力が上昇しようとするが、コンプレッサ3bの吐出圧力は圧力コントローラ6の働きによって大気開放弁4の調節、すなわち、大気開放配管14を経由する放出空気量の調節により一定制御が行われる。このようにして負荷指令時には、タービン動力を助燃炉燃焼量のフィードフォワード操作により増加させ、これによるコンプレッサ3bの吐出空気流量の増加分の一部をコンプレッサ吐出圧力を一定に保つためにコンプレッサ出口側で大気放出させるようになっており、その状態でターボコンプレッサ3のパワーアップが計られてシステム要求空気量が満足される。大気開放弁4からの放出量（大気開放弁の開度）が所要の値に達した状態でシステム要求量に応じてシステム空気流量調節弁7が開かれてターボ圧縮機からの空気がシステムに対して供給される。そして、この際に、予めプログラムされた負荷指令に基づいて、タービン3aのノズル3cの開度をフィードフォワード制御により変更して、排ガス流量の変化に対処する。すなわち、タービン3a

を通過する排ガス流量 W は、ノズル開口面積を S 、ノズル入口圧力を P 、ノズル入口絶対温度を T とすると、 $S \cdot P / \sqrt{T}$ に比例する。しかし、前記ノズル3cの制御パターンは、システム排ガス流量の変化に伴って前記ノズル入口圧力 P が変動したり、ノズル入口絶対温度 T を変更する必要が生じたり、あるいは、タービン3cの上流側の排ガスの一部を大気に直接放出する必要が生じたりすることがないようにプログラムしておく。このとき、圧力コントローラ6の制御動作により大気開放弁4の調整すなわち大気への開放流量の制御が行われ、コンプレッサ吐出圧が常に一定に維持される。

負荷指令に対する状態変化が終了し、システムが整定すれば、次に、吐出圧力の制御を圧力コントローラ34に移すとともに、演算器35によって大気開放弁4の開度を現在の開度から徐々に絞り込み最終的に全閉させるか、あるいは、微小な開度に保持させる。この動作は、前に述べたとおりシステムのエネルギー損失を最小にするためのも

のであり、大気開放弁4の絞り込みはターボ圧縮機3の制御バランスを崩さないよう微調整により行う。この間、コンプレッサ吐出圧力は流量コントローラ30、33を通じた助燃炉燃焼量の調整によって一定制御が行なわれる。大気開放弁4を絞り込んだ後は負荷定常時の状態に戻る。

第3図は、本実施例による負荷変動時のターボ圧縮機のプロセス量の変化を表わしたものであり、時刻 t_1 に負荷指令が与えられると助燃炉燃料流量 F_1 が負荷指令に応じたフィードフォワード制御操作によって増加することによりシステム排ガスに助燃炉2,7からの燃焼排ガスが加わってタービン動力が増大し、ターボ圧縮機3の回転数が増加する。この時システム空気流量 F_4 はまだ負荷指令前の値を維持継続させているため、コンプレッサ吐出圧力 P_1 が上昇しようとする。これに対して圧力コントローラ6による圧力一定制御が働き過剰空気をコンプレッサ吐出大気開放空気量 F_5 として大気に放出させることによってコンプレッサ吐出圧力 P_1 が一定に維持される。助

力発電器と圧力コントローラを設けておき、排ガス圧力が不当な値にまで変化したときにだけ例外的にタービン3aのノズル開度を負荷指令から切離して制御するようにした場合について説明したが、このような安全装置を省略したものも本発明に含まれる。また、ノズル開度のフィードフォワード操作を、システム空気流量 F_4 の増加開始時点(t)に於て開始した例を述べたが、負荷指令時(時刻 t_1)に同操作を開始しても良い。このとき助燃炉燃焼増加による一時的なシステム背圧の増加を抑える様にノズル制御を行う。

【発明の効果】

本発明は、以上のような構成であるから、次のような効果が得られる。

(a) まず、排ガス配管途上に助燃炉を設けているので、あらゆる負荷運転域においてタービンの動力不足を招くことがない。

(b) そして、コンプレッサ吐出圧力を常時一定の値に保つことができるので、燃料電池のマンホール内での反応ガスの圧力と媒体内の窒素ガス

燃炉2,7に対するフィードフォワード操作が安定した時点で、流量調節弁7を開成させてシステム空気流量 F_4 を負荷指令に基づく目標値まで増加させるとともに、ターボ圧縮機3のタービン3aのノズル開度 S をフィードフォワード操作により増加させると、この過程で P_1 の一定制御動作によりコンプレッサ出口大気開放弁4の開度が調整され F_5 が変化する。 F_4 が目標値に達した時点(時刻 t_2)が負荷変動に対する第1次整定点であり、この時点でコンプレッサ吐出圧力 P_1 の制御がコンプレッサ出口大気開放弁4からの放風量調整による制御から助燃炉2,7の燃焼量調整による制御に切り替えられる。この後、演算器35からの指令で大気開放弁4の漸開動作が行われ、大気開放弁4が完全に絞り込まれた時点(時刻 t_3)が第2次(最終)整定点となる。 t_2 から t_3 に至る過程では P_1 の一定制御動作を介して助燃炉燃料流量 F_1 を絞り込む方向での制御が行われる。

なお、前記実施例では、タービンの入口側に圧

の圧力との差圧を一定に維持しておくことが可能となり、前述したようなガス漏洩による電池の特性劣化等を招くことがない。

(c) また、負荷が一定している際には、大気開放弁を全閉または微開状態に維持することができるので、エネルギーの無駄使いを最小限に抑えることが可能であり、効率の高い運転が出来る。

(d) しかも、この方式では、タービンを可変ノズル式のものにし、負荷変動時に助燃炉の燃焼制御のみならず、ノズル開度をフィードフォワード制御により変化させてタービン動力を積極的に負荷変動に合わせて変更するようにしている。そのため、優れた応答性が期待でき、燃料電池の負荷、換言すれば、システム流量を迅速に変化させることが可能となる。

これを前記実施例に基いて具体的に説明すれば次のようになる。まず、タービン動力は、入口圧力 P_1 が一定とすると、(入口絶対温度 T)^{1/2}とノズル面積 S に比例する。そのため、ノズル面積を変更しないでタービン入口温度のみを変更して負

荷変動に対処しようとする場合には、第3図に想像線で示すように、助燃炉27の燃焼量をかなり大きくすることによって大気開放弁4の放出風量 F_1 を十分に多くしておき、しかる後に、システム空気流量 F_4 を目標値にまで変更しないと、放出風量の余裕Aを残して負荷を変化させることができない。それに対して、この発明によれば、システム空気流量 F_4 を目標値にまで変化させる際に、それとほぼ同時にノズル面積Sをフィードフォワード制御により変化させてタービン3aのパワーアップを計ることができるので、大気開放弁4の放出風量 F_1 が比較的少ない状態からシステム空気流量 F_4 を変化させ始めても第1次整定時 t_1 には放出流量の余裕Aを無理なく確保することができる。そのため、可変ノズル機能を有さないシステムに比べて、負荷変動時における助燃炉の燃焼量を少なくすることが可能となり、燃料の節約だけでなく、システム排ガスを昇温させるのに要する時間($t_1 \sim t_2$)、および、システム空気流量を変化させるのに要する時間($t \sim t$)

1)を共に短くすることが可能となって、迅速で的確な負荷制御を行うことができる。

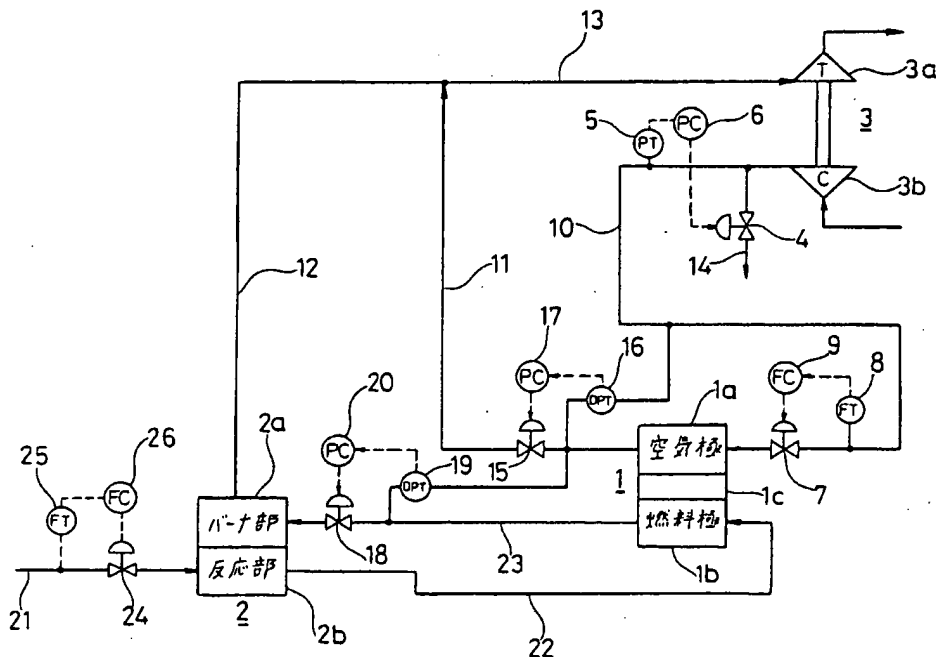
4 図面の簡単な説明

第1図は従来例を示すシステム説明図、第2図は本発明の一実施例を示すシステム説明図、第3図は同実施例におけるプロセスの挙動を示した図である。

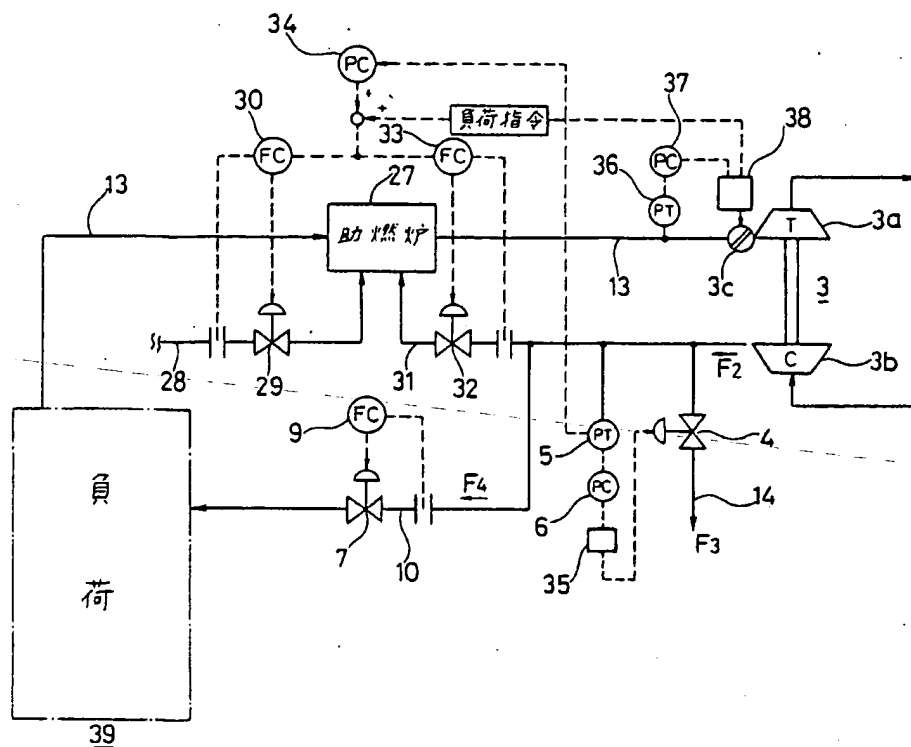
- 1・・・燃料電池
- 1a・・・空気極
- 1b・・・燃料極
- 2・・・改質器
- 3・・・ターボ圧縮機
- 3a・・・タービン
- 3b・・・コンプレッサ
- 3c・・・ノズル
- 4・・・大気開放弁
- 10・・・コンプレッサ吐出配管
- 14・・・大気開放配管

代理人 弁理士 赤澤一博

第 1 図



第 2 図



助燃炉
燃量流量
(燃焼量)

コンプレッサ
吐出量

大気開放弁
放出流量

システム
空気流量

ノズル
面積
(開度)

コンプレッサ
吐出圧力

タービン
入口圧力
(システム背圧)

第 3 図

